

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année scolaire 1912-1913. — N° 107

LA RADIO-CINÉMATOGRAPHIE

DES

Mouvements de Pronation et de Supination

DE L'AVANT-BRAS ET DE LA MAIN

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 23 Juillet 1913

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

PRIVAT-GARILHE (MARCEL)

Né à Gravières (Ardèche) le 22 septembre 1887



LYON

IMPRIMERIE PAUL LEGENDRE & Cie

14, rue Bellecordière, 14

1913

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année scolaire 1912-1913. — N° 107

LA RADIO-CINÉMATOGRAPHIE

DES

Mouvements de Pronation et de Supination

DE L'AVANT-BRAS ET DE LA MAIN

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 23 Juillet 1913

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

PRIVAT-GARILHE (MARCEL)

Né à Gravières (Ardèche) le 22 septembre 1887



LYON

IMPRIMERIE PAUL LEGENDRE & C^{ie}

14, rue Bellecordière, 14

1913

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. HUGOUNENQ. DOYEN.
J. COURMONT. ASSESSEUR.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. CHAUVÉAU, AUGAGNEUR, SOULIER, TRIPIER, CAZENEUVE,
LEPINE, PIERRET

PROFESSEURS

Cliniques médicales.	}	MM. TEISSIER.
Cliniques chirurgicales.		ROQUE.
Clinique obstétricale et Accouchements.	}	BARD
Clinique ophtalmologique.		PONCET.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	}	JABOULAY.
Clinique des maladies mentales.		FABRE.
Clinique des maladies des enfants.	}	ROLLET.
Clinique des maladies des femmes.		NICOLAS.
Physique médicale.	}	LEPINE (J.).
Chimie médicale et pharmaceutique.		WEILL.
Chimie organique et Toxicologie.	}	POLLOSSON (A.)
Matière médicale et Botanique.		CLUZET.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.	}	HUGOUNENQ.
Anatomie.		MOREL.
Anatomie générale et Histologie.	}	MOREAU.
Physiologie.		GUIART.
Pathologie interne.	}	TESTUT.
Pathologie et Thérapeutique générales.		RENAUT.
Anatomie pathologique.	}	MORAT.
Médecine opératoire.		COLLET.
Médecine expérimentale et comparée.	}	LESIEUR.
Médecine légale.		PAVIOT.
Hygiène.	}	POLLOSSON (M.)
Thérapeutique.		COURMONT (P.)
Pharmacologie.	}	LACASSAGNE.
		COURMONT (J.).
		PIC
		FLORENCE.

PROFESSEURS ADJOINTS

Physiologie, cours complémentaire.	DOYON.
Maladies des oreilles, du nez et du larynx.	LANNOIS.
Pathologie externe.	VALLAS.
Maladies des voies urinaires.	ROCHET.

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Chimie minérale.	MM. BARRAL,	agrégé.
Propédeutique chirurgicale.	BERARD,	—
Propédeutique de gynécologie.	CONDAMIN.	—
Chirurgie infantile.	NOVÉ-JOSSERAND	—
Accouchements.	COMMANDEUR,	—
Embryologie.	REGAUD,	—
Anatomie topographique.	PATEL,	—
Botanique.	BRETIN,	—
Chirurgie expérimentale.	VILLARD.	—
Clinique infantile.	MOURIQUAND.	—

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
REGAUD.	Etienne MARTIN	BRETIN	MOURIQUAND
COMMANDEUR.	LAROYENNE	LERICHE	ARLOING (F.)
GAYET.	VORON.	THÉVENOT	GUILLEMARD
BEVEU-LEMAIRE	NOGIER.	TAVERNIER.	PIÉRY, Ch...
PATEL.	LATARGET	CADE	SAVY, Ch...

M. BA YLE, Secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. JABOULAY, président; PATEL, assesseur;
MM. LAROYENNE et NOGIER, agrégés.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A LA MÉMOIRE DE MA SOEUR



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INTRODUCTION

Le mécanisme des mouvements de pronation et de supination de la main est une question qui a été souvent étudiée par les anatomistes et les physiologistes, et nombreuses sont les expérimentations faites à ce sujet, soit à l'amphithéâtre, soit sur le sujet vivant.

Malgré cela l'accord ne semble pas encore être fait sur le mécanisme intime suivant lequel se produisent ces mouvements. Des opinions différentes ont été soutenues avec égal succès par des hommes dont la compétence ne peut être mise en doute en pareille matière. Nous nous proposons d'ailleurs de passer en revue les différentes théories émises, quand nous ferons l'exposé et l'explication des résultats obtenus à la suite de notre étude.

C'est que ce mécanisme, qui apparaît si simple à premier abord, n'en est pas moins très complexe quand on veut l'envisager sérieusement et en faire une étude approfondie. Divers facteurs entrent en jeu dans l'exécution de cette rotation de l'avant-bras qui peut se produire dans une infinité de conditions variables et différentes les unes des autres.

Un grand nombre d'auteurs soutiennent que le cubitus est immobile dans les mouvements de pronation et de supination de l'avant-bras et que, seul, le radius décrit un arc de cercle autour de cet os ; d'autres, au contraire, déclarent que les deux os prennent une part plus ou moins égale à cette rotation de la main. Tous apportent des preuves excellentes à l'appui de leurs conclusions, et, pour celui qui n'a pas étudié ce sujet, l'embarras peut être grand s'il doit se prononcer pour les uns ou pour les autres.

Il est difficile de se rendre compte des raisons qui ont pu amener des observateurs aussi exercés à des résultats dissemblables. Les uns, ce sont surtout les anatomistes, ont étudié la pronation et la supination sur le bras dénudé et privé en partie ou en totalité de ses parties molles, afin de pouvoir mieux pénétrer le mécanisme intime du phénomène. Ils ont pu se rendre compte, par la vue et par le toucher, du moindre déplacement effectué par chaque os, le mesurer à l'aide d'un appareil enregistreur et en dresser un graphique. Les résultats n'ont pas toujours été concordants et les mouvements décrits par chacun ne l'ont pas souvent été de la même manière.

Nous croyons pouvoir attribuer une cause à cette divergence, nous la proposons, du moins, car elle peut être sujette à discussions : Les mouvements qui ont pu être ainsi imprimés à l'avant-bras du cadavre sont des mouvements artificiels et produits par une force extérieure. Sommes-nous bien certains que sur le vivant l'avant-bras se meuve de la même manière, alors qu'il est actionné par la série des

muscles pronateurs et supinateurs ? Il nous semble au contraire bien difficile de pouvoir réaliser ce mouvement d'une façon identique et de reproduire un phénomène physiologique normal. De plus, les expériences, nous l'avons dit, ont été faites dans une infinité de conditions variables, selon l'os ou le point de l'os qui a été immobilisé, suivant le point d'appui qui a été pris et la force employée. On comprend facilement que, dans chaque expérience successive, le mécanisme observé n'ait pas été identique à celui de la précédente, puisque les facteurs avaient varié de l'une à l'autre. De là les nombreuses explications données, vraies pour une expérience, mais ne pouvant s'appliquer à tous les cas et présenter une idée générale du phénomène.

L'observation de ces mouvements sur le bras du sujet vivant n'a pas fait naître davantage l'accord, malgré la facilité apparente d'une telle étude. Il semble que chacun puisse aisément se rendre compte de ce mécanisme sur lui-même, puisque ce mouvement peut être contrôlé par la vue et le toucher, mais ce n'est pas aussi facile que l'on pourrait le supposer. Les parties molles qui recouvrent les os ont toujours gêné l'observateur, les os n'ont pas toujours pu être perçus et repérés exactement, de sorte que tous les détails de leurs déplacements n'ont pas été appréciés avec exactitude et l'observateur a pu être victime d'une illusion de ses sens. C'est ainsi que Bertin répondait aux partisans de la mobilité des deux os de l'avant-bras : « Ces observateurs sont victimes d'une illusion de leurs sens, ils rapportent

au cubitus une partie des mouvements du radius, comme nous rapportons aux étoiles les mouvements des nuages qui nous les cachent successivement. »

On peut donc ne plus s'étonner de la discordance des observateurs qui ont étudié sur le sujet vivant, puisqu'il leur a été bien difficile de se rendre compte du phénomène dans toute son exactitude.

La véritable méthode à suivre dans l'étude de ces mouvements semble être celle qui réunira les avantages de l'expérimentation sur le bras dénudé à ceux de l'observation sur le sujet vivant, non par des expériences successives, mais par une combinaison des deux sortes d'études à la fois. Il faudra que le mouvement de pronation et de supination de la main soit observé tel qu'il s'accomplit normalement, sans l'intervention d'aucune force étrangère et qu'en même temps les changements de position de chaque os puissent être perçus avec la plus grande précision.

De plus, si l'observateur ne se contente pas d'examiner ces mouvements, mais qu'il arrive à en fixer les différentes phases, afin de pouvoir les reproduire autant qu'il lui plaira, les preuves qu'il pourra apporter à l'appui de ses assertions, seront bien plus convaincantes. De la sorte, il ne pourra plus être victime d'aucune erreur personnelle, puisqu'il possédera des documents précieux qui feront foi, et si, par une méthode rigoureuse et scientifique, ces mouvements ont pu être relevés et fixés par une trajectoire géométrique, il sera difficile d'élever des contestations, du moins des contestations importantes, car il restera toujours quelques petits détails

sujets à discussion et dont plusieurs interprétations différentes pourront être données.

Les indications et les avantages qui viennent d'être énumérés brièvement nous semblent réunis dans la méthode suivie par M. le professeur Jaboulay pour l'étude des mouvements qui nous occupent. Elle a été exposée par M. Jaboulay lui-même dans sa clinique et une première publication en a été faite dans le *Lyon Médical* du 11 mai 1913. C'est la radiocinématographie des mouvements de pronation et de supination de l'avant-bras et de la main.

Nous allons faire la description de ce nouveau procédé destiné à étudier les mouvements de l'avant-bras; après quelques mots sur son principe, nous décrirons les appareils qu'il comporte ainsi que leur fonctionnement, nous exposerons ensuite les résultats qu'il donne, nous terminerons par l'explication et la discussion des faits observés.

PREMIÈRE PARTIE

La méthode dont nous allons faire l'exposé en détails avec la description et le mode d'emploi des appareils qu'elle comporte, se trouve déjà définie par son nom lui-même. C'est l'application à l'étude d'un phénomène physiologique de deux grandes découvertes modernes : la radiographie et la cinématographie.

La première est déjà largement entrée dans la pratique médicale et chirurgicale, ses applications sont devenues de jour en jour plus nombreuses et les services retirés de son emploi sont considérables. C'est dans l'étude et le traitement des affections osseuses qu'elle trouve sa plus féconde application, puisqu'elle nous permet d'observer les os très facilement et de nous rendre compte de leur position, données très importantes en cette matière au point de vue du traitement à appliquer, du diagnostic à établir ou à confirmer. Là elle est devenue indispensable.

La radiographie a été aussi employée à l'étude des os tels qu'ils sont normalement, et en dehors de tout cas pathologique, afin de connaître leur position

et tous leurs détails ; aussi ne faut-il pas chercher l'originalité des recherches de M. le professeur Jaboulay dans cette application elle-même ; mais seulement dans la façon spéciale dont il se sert de ce moyen d'investigation et dans le parti nouveau et fécond qu'il en tire.

Les deux os de l'avant-bras sont radiographiés non une seule fois, mais plusieurs, et dans des positions successives qui diffèrent peu l'une de l'autre, afin que le saut d'une image à l'autre ne soit point trop grand et qu'on comprenne facilement ce qui s'est passé. La plaque sensible et le foyer lumineux restent dans une position invariable pendant tout le cours de l'opération, de façon à ce que les radiographies obtenues puissent être comparée entre elles, et que l'on ait sur chacune des points de repère qui permettent d'établir une comparaison exacte.

L'étude et la comparaison de ces radiographies, nous le verrons plus loin, donnent une idée exacte des mouvements des deux os de l'avant-bras pendant la pronation et la supination, mais ce sont là des procédés arides et qui demandent une observation prolongée et attentive, des mensurations exactes et successives, de sorte qu'un seul coup d'œil ne peut donner une idée exacte et complète du mécanisme qui préside à ces mouvements.

On a eu recours à la cinématographie pour animer ces radiographies prises à des phases successives d'un même mouvement. De la sorte les mouvements pronation et de supination de la main

pourront être reproduits, d'une façon naturelle et physiologique, puisqu'ils auront été pris sur le bras vivant, et toutes les fois qu'il le voudra l'opérateur pourra les étudier. Il ne sera pas indispensable que ce dernier soit versé dans la question qui nous occupe, n'importe qui pourra se rendre compte du mécanisme qui apparaîtra ainsi évident et sautera, pour ainsi dire, aux yeux même les moins exercés.

C'est cette application du cinématographe à la reproduction d'images radiographiques qui constitue l'originalité de la méthode que nous allons exposer, M. le professeur Jaboulay pense avec raison qu'elle pourra être appliquée à l'étude d'un grand nombre de mouvements cachés du corps humain et que l'on pourra en retirer des résultats excellents.

Il fallait de plus pouvoir donner des mouvements que nous allons étudier une définition pour ainsi dire mathématique et qui vienne confirmer nos résultats d'une façon plus précise encore. Un procédé spécial, que nous décrirons plus loin, nous a permis de relever la position exacte de chaque os à chacune des phases du mouvement. Nous avons pu rapporter les mesures prises de cette façon, construire un graphique et obtenir une trajectoire pour le radius et pour le cubitus. Cette opération, faite avec la plus rigoureuse exactitude et avec des moyens aussi simples qu'ingénieux, vient compléter les données de la radio-cinématographie et donne une force nouvelle aux conclusions que l'on peut tirer de cette étude.

DEUXIÈME PARTIE

Les appareils que nous allons décrire sont d'une grande simplicité ; ils sont dûs à l'ingéniosité du docteur Bardonnnet, moniteur de clinique du professeur Jaboulay, qui les a lui-même imaginés et fait construire. Nous avons jugé bon d'en donner une reproduction dans cet ouvrage, afin que leur description soit plus facile et qu'il ne puisse y avoir aucun détail de leur constitution et de leur fonctionnement qui échappe au lecteur.

L'appareil dont nous nous occuperons tout d'abord ne porte pas de nom spécial ; il est destiné à prendre les radiographies successives du mouvement à étudier. Il se compose essentiellement, comme on peut le voir dans la gravure n° 1, d'une table allongée montée sur un pied à crémaillère, ce qui permet de le placer à une hauteur convenable, suivant que le sujet est assis ou debout, de façon à ce que ce dernier ne se trouve pas dans une position fatigante.

Cette table est destinée à maintenir dans une position aussi fixe que possible le bras servant aux démonstrations. Ses dimensions ont été calculées de

façon à contenir amplement l'avant-bras, la main et une partie du bras. •

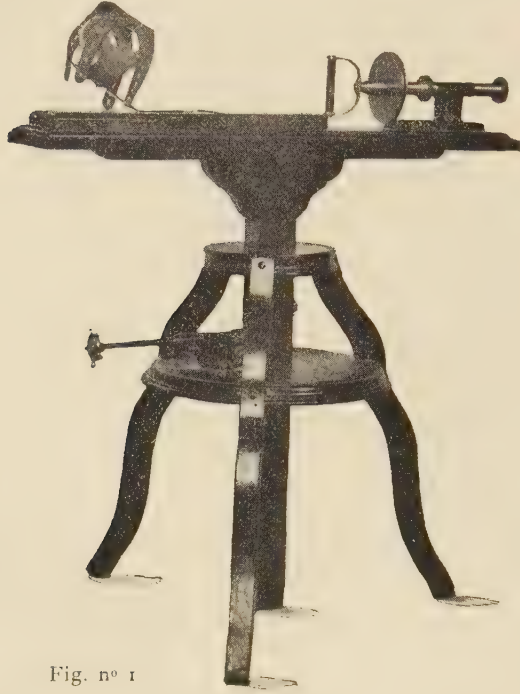


Fig. n° 1

Au milieu, appliqué sur la table, et, par conséquent, horizontalement, se trouve un châssis en plomb, dont la destination est de contenir la plaque sensible qui donnera les images radiographiques, Ses dimensions sont exactement égales à celles des plaques employées, de façon à ce que les bords de l'image présentent une attitude fixe et invariable pour chaque radiographie. Sans cela, la comparaison deviendrait impossible de l'une à l'autre et les images ainsi obtenues ne pourraient être animées par la cinématographie, puisqu'elles ne seraient pas

exactement superposables. Nous insistons sur ce point capital, sans lequel les résultats obtenus par nos procédés n'auraient plus aucune valeur scientifique et démonstrative.

Une des extrémités de la table porte des courroies en cuir qui permettront d'immobiliser le bras, de façon à ce qu'il ne puisse prendre aucune part, ni jouer aucun rôle dans les mouvements exécutés. Il est immobilisé immédiatement au dessus du coude, l'avant-bras se trouvant, par rapport à lui, dans une flexion voisine de l'angle droit.

A l'autre extrémité de la table se trouve, comme on peut le voir sur la figure n° 1, une poignée mobile faisant partie d'un disque muni d'un index. Le disque, et, par conséquent, la poignée mobile et l'index qui font corps avec lui, peuvent tourner autour d'un limbe gradué de 0° à 360°. Le limbe lui-même est mobile, de façon à ce que son 0° puisse être amené contre l'index du disque dans la position qui aura été choisie comme point de départ.

Cet appareil décrit, la façon de l'employer se trouve en partie connue. Le bras est placé sur la table et immobilisé, comme nous l'avons dit, immédiatement au-dessus du coude, par les courroies, serrées aussi fortement qu'il est possible et la main saisit à l'autre extrémité la poignée mobile.

Nous prenons comme point de départ la position de l'avant-bras en supination complète, c'est-à-dire que la face antérieure de la main regarde en haut, tandis que sa face dorsale et celle de l'avant-bras qui lui fait suite sont tournées du côté de la table

sur laquelle elles reposent d'ailleurs en partie. Dans cette position, le 0 du limbe gradué est amené au point où se trouve l'index qui nous rend compte des déplacements et de la position de la poignée mobile. Désormais ce limbe restera fixe et servira à mesurer la rotation décrite par l'index et en même temps par la main qui tient la poignée.

L'avant-bras étant donc en supination complète et l'index marquant 0°; une première plaque sensible est glissée sur le châssis en plomb, qu'elle recouvre exactement, entre ce châssis et l'avant-bras. Une première radiographie est prise à l'aide d'une source lumineuse placée au-dessus de l'appareil, et qui, elle aussi, restera dans une position invariable pendant le cours de l'opération.

Puis on dit au sujet de tourner la main jusqu'à ce que l'index marque 30°, une deuxième radiographie est prise dans cette position, et ainsi de suite de 30° en 30°, jusqu'à ce que l'index marque 180°, ce qui correspond à un demi-tour effectué par l'extrémité inférieure de l'avant-bras, qui se trouve ainsi amené en pronation complète. A ce moment, et toujours par le même procédé, une dernière radiographie est prise et nous avons ainsi sept images qui correspondent chacune à une position différente de 30° l'une de l'autre.

Pour animer cette série d'épreuves, dit M. le Professeur Jaboulay, on aurait pu se servir du cinématographe, mais le matériel en est encombrant. C'est un appareil, en effet, compliqué, qui ne peut être employé que dans des conditions sou-

vent difficiles à obtenir, du moins d'une façon courante, et pour un si petit nombre d'images, il aurait été assez ennuyeux d'être obligé d'y avoir recours. Il fallait donc chercher quelque chose de plus simple, demandant un outillage moins complet, plus à la portée de tout le monde, mais suffisant cependant pour animer d'une façon assez nette les images en notre possession. La combinaison de deux appareils bien connus a permis de réaliser ces conditions et d'atteindre le but cherché.

Le premier porte le nom de phénakisticope ou phénakistiscope (du grec : phenax, akos, trompeur ;

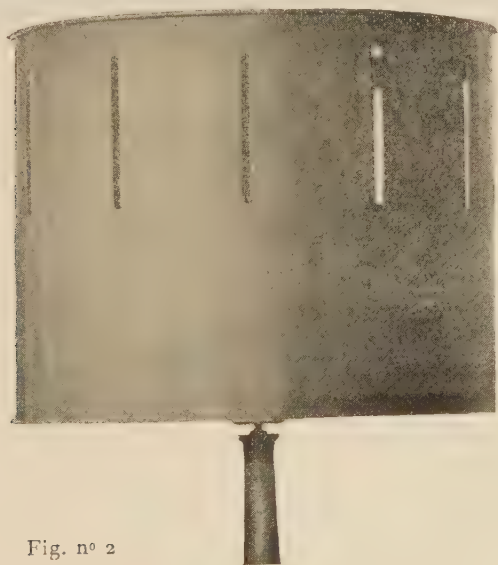


Fig. n° 2

skopein, examiner), il se trouve reproduit ici (fig. n° 2). Il est destiné à donner l'illusion du mouvement au moyen de la persistance des sensations optiques.

Il se compose d'un axe vertical pouvant tourner, soit par l'action de la main, soit par l'action d'une manivelle. Cet axe vertical est surmonté d'un disque circulaire horizontal, qui à son tour supporte un cylindre creux. La partie supérieure de ce cylindre porte douze fenêtres verticales égales et également espacées. A l'intérieur du cylindre et dans la moitié inférieure qui est unie et sans fentes, on place le long de la surface interne une bande de papier sur laquelle on a représenté les phases successives d'un mouvement. En regardant à travers l'une des ouvertures, on aperçoit l'image diamétralement opposée. Chaque dessin laissant une impression de quelque durée sur la rétine, si le mouvement de rotation est assez rapide, on aura l'illusion du mouvement correspondant aux diverses attitudes représentées. Pour que le mouvement puisse être perçu sans sauts, sans irrégularités, il faut que le nombre des images soit égal à celui des fenêtres.

Cet appareil, qui a précédé la découverte du cinématographe actuel et qui repose d'ailleurs sur le même principe, a certains inconvénients. La luminosité des images qu'il donne est peu intense, il faut colorer fortement les contours du dessin pour distinguer nettement le mouvement effectué, mais il présente l'avantage de donner des images très fondues les unes par rapport aux autres de sorte que le mouvement n'est nullement saccadé.

Le deuxième appareil (fig. n° 3) est le praxinoscope (toujours du grec : praxis, action, skopein, examiner). Comme le premier il se compose d'un

cylindre creux monté sur pivot. Ce cylindre est uni sur toute sa hauteur et ne présente aucune fente dans son intérieur on place les images, le long de sa

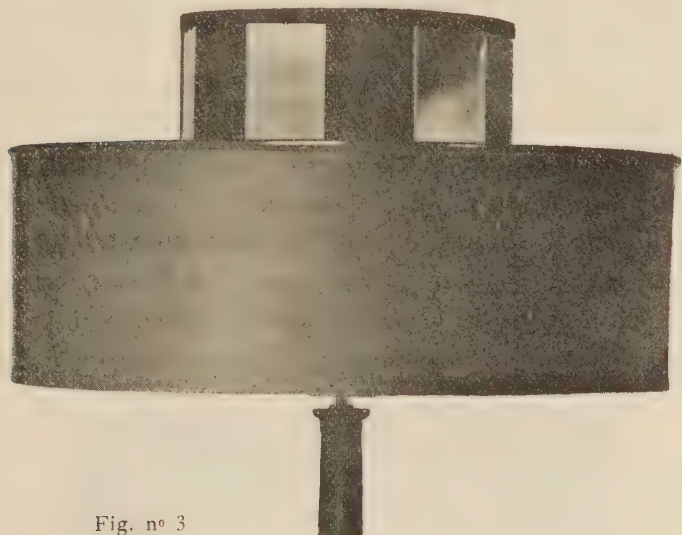


Fig. n° 3

surface interne. Au centre et solidaire avec lui se trouve un autre cylindre à facettes de diamètre moitié moindre mais d'une hauteur à peu près double. Sur chaque face de ce deuxième cylindre est fixé un miroir plat, de sorte qu'en face de chaque dessin se trouve un miroir qui en fournit une image.

Si l'on regarde l'image donnée par un miroir quand l'appareil tourne, à cette image se substituent successivement les suivantes et on a l'impression d'un mouvement continu. La luminosité obtenue au moyen de cet appareil est bien plus considérable que celle donnée par le premier, de plus, dans le cas qui nous occupe, l'image étant redressée par le miroir, elle est telle qu'elle apparaît sur la plaque sensible du

côté gélatiné, quand on examine celle-ci par transparence. Mais le mouvement qu'il donne est très saccadé, l'image semble exécuter des sauts en passant d'une position à l'autre et la précision du mouvement se trouve diminuée.

La modification apportée à cet appareil a consisté simplement à ajouter au-dessus du cylindre, un autre cylindre de dimensions égales portant les douze fenêtres du phénakistiscope. L'image donnée par le miroir ne pourra plus être vue qu'à travers la fente correspondante, elle y gagnera beaucoup de précision. Ainsi cet appareil, que l'on pourrait appeler phénakisti-praxinoscope (fig. 4) et qui comporte à la

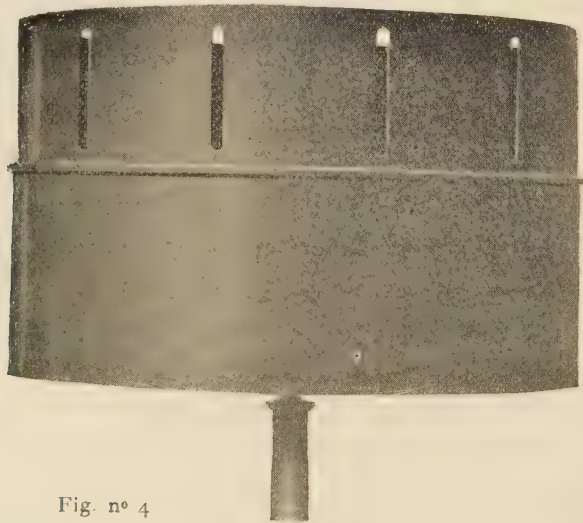


Fig. n° 4

fois les douze fentes et les douze miroirs, a permis de réunir les avantages des deux : le fondu et la précision du premier, la luminosité et le redressement de l'image du second.

Il nous reste à faire l'exposé de la façon dont nous l'avons employé pour nos démonstrations radiographiques.

Des positifs ont été tirés des sept épreuves prises et ont été collées sur une bande de carton, en commençant par la droite, ceci à cause de la direction du mouvement de rotation qui est le plus naturellement imprimé au cylindre et qui se fait dans le sens des aiguilles d'une montre pour l'observateur placé au-dessus de l'appareil.

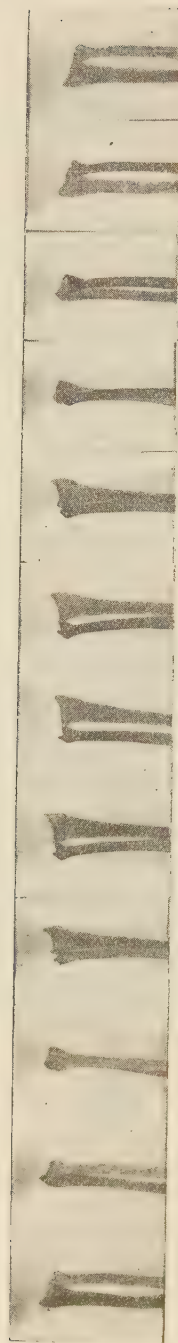
Nous n'avons pris à dessein que sept vues radiographiques, quoique nous en ayons besoin de douze pour l'utilisation des douze fentes et des douze miroirs. Nous l'avons fait pour pouvoir obtenir les mouvements de pronation et de supination aller et retour et sans aucune interruption. A cet effet, après la septième image, les images intermédiaires entre celle-ci et la première, ont été répétées dans un ordre inverse, de sorte que nous assistons, d'abord au passage de la supination à la pronation et ensuite du retour à la supination.

On peut donner l'ordre de chaque image par des chiffres successifs en commençant par la droite. Nous avons comme le montre la figure 5, l'ordre numérique suivant :

II *bis* III *bis* IV *bis* V *bis* VI *bis* VII VI V IV III II I

Ce qui nous fait donc douze radiographies, les numéros bis indiquant des images représentées deux fois sur notre bande de carton.

Si nous plaçons dans la partie inférieure du cylindre du phénakisti-praxinoscope, et le long de sa



II bis	III bis	IV bis	V bis	VI bis	VII	VI	V	IV	III	II	I
--------	---------	--------	-------	--------	-----	----	---	----	-----	----	---

Fig. n° 5

surface interne, la bande de carton portant nos dessins, celle-ci épousera la forme circulaire de l'appareil qui la contient, ses deux extrémités se rejoindront de sorte que la figure n° I sera entre les numéros II et II bis.

Le mouvement dont nous aurons l'illusion sera continu et sans interruption quelque soit le nombre des tours imprimés à l'appareil, et nous pourrons de la sorte assister à une quantité de ces mouvements allant de la supination à la pronation et vice versa, aussi longtemps que cela nous paraîtra utile pour nous rendre un compte exact de leur mécanisme.

Il ne nous reste plus qu'à parler d'un dernier appareil qui, lui, ne se rattache qu'indirectement à la radio-cinématographie des mouvements de pronation et de supination. Il n'est destiné ni à prendre, ni à animer ses images, mais il nous permet de construire le graphique des mouvements effectués par le cubitus et par le radius. Ses données viennent compléter et confirmer et cela d'une façon encore plus précise, celles que nous avons obtenues jusqu'ici, puisqu'il nous donne l'amplitude rigoureusement exacte des déplacements que la radio-cinématographie nous a permis de constater.

C'est une modification du premier appareil décrit et qui était destiné à la prise de nos radiographies. Ici la table allongée au lieu de porter le châssis en plomb destiné à contenir la plaque sensible, porte, au niveau où arrivent les deux extrémités inférieures du cubitus et du radius, une équerre en métal. Cette

équerre est placée dans un plan vertical et perpendiculaire à l'axe de l'avant-bras, une de ses branches étant posée sur la table et l'autre s'élevant verticalement.

Le bras est immobilisé comme plus haut, la main saisit la manette mobile et l'avant-bras passe par les sept phases de rotation identiques à celles des sept radiographies.

Mais dans chaque position, c'es-à-dire de 30° en 30° au lieu de prendre des photographies, nous faisons des mensurations. Nous prenons sur le cubitus et sur le radius des points de repère facilement perceptibles et qui sont les deux apophyses styloïdes de ces os. Dans chaque position, nous mesurons les distances qui séparent chaque apophyse de la branche horizontale et de la branche verticale de l'équerre : cette distance est représentée par la perpendiculaire abaissée de l'apophyse sur chaque branche. De cette façon, la position de l'extrémité inférieure de chaque os se trouve définie pour chaque phase du mouvement par la rencontre deux ordonnées obtenues. Et quand plus loin, nous voudrions dresser le graphique du mouvement effectué soit par le cubitus, soit par le radius, cela nous sera très facile par le report de nos ordonnées verticales et horizontales sur un cadre destiné à cet effet. La trajectoire ainsi obtenue reproduira fidèlement les mouvements effectués et enregistrés par un procédé très simple et très exact.

TROISIÈME PARTIE

Si on examine les différentes radiographies placées l'une à la suite de l'autre sur la bande de carton, on peut par leur étude attentive et leur comparaison minutieuse se rendre compte de ce qui s'est passé au niveau du cubitus et du radius durant l'exécution des mouvements de pronation et de supination.

Comme nous l'avons dit, les images représentées proviennent du tirage sur papier sensible des plaques radiographiques. Nous y voyons les deux os de l'avant-bras dans la position où les aurait aperçus un observateur, qui, au cours de l'opération, se serait placé au-dessous de l'appareil et aurait regardé l'avant-bras au-dessus de lui : ainsi, dans la première image qui est à droite et qui, dans cet ouvrage, se trouve être en haut de la page dans la reproduction donnée (fig. 5), nous apercevons le cubitus à notre droite et le radius à notre gauche, en examinant cette reproduction dans le sens qui lui convient. L'avant-bras étant à cette phase en supination com-

plète, nous voyons ces deux os par leur face postérieure, c'est-à-dire du côté du coude. Il n'en sera plus de même lorsque nous apercevrons ces images dans les miroirs du phénakisti-praxinoscope, elles seront alors redressées et nous les verrons comme sur la plaque du côté gélatiné.

Nous remarquons que, sur la première radiographie (I), les deux os sont à peu près parallèles, ils se touchent seulement par leurs extrémités inférieures. L'espace interosseux est ici plus large que dans les suivantes, où du moins nous paraît tel, mais nous ne pouvons en tirer aucune conclusion, puisque nous l'apercevons dans un plan parallèle à notre image, et que ce plan deviendra de plus en plus oblique dans les suivantes, de sorte que nous n'aurons plus aucun aperçu de sa largeur. Si l'on tire une ligne imaginaire parallèle à l'axe des deux os et passant par le milieu exact de chaque image, on aura un point de repère fixe et invariable situé dans chacune, ce qui permettra de constater plus facilement les déplacements de chaque os. Dans la première figure (I) cette ligne passerait d'abord par le point de contact des deux extrémités osseuses, puis cheminerait entre les deux os, à une distance sensiblement égale de l'un et de l'autre. De la sorte, l'on peut constater que pour l'observateur qui regarde l'image, celle-ci étant divisée en deux parties par la ligne dont nous avons parlé, le cubitus se trouve tout entier contenu dans la moitié qui est à sa droite, et le radius dans celle qui se trouve à sa gauche. Il importe de bien définir cette première position, afin de pouvoir constater

exactement les changements de situation qui vont se produire successivement.

Dans l'image II, on constate, en effet, que les deux os se sont rapprochés sensiblement l'un de l'autre. Mais ce rapprochement n'a pas été effectué par le déplacement d'un seul vers l'autre immobile, ils se sont rapprochés tous les deux de la ligne médiane dont nous avons parlé, et si nous la tirons ici elle passe toujours par le point de contact des extrémités osseuses, mais l'espace interosseux qui fait suite a diminuée d'épaisseur, du moins dans le plan où nous l'apercevons, et les deux os sont plus près de cette ligne. Le chevauchement des extrémités inférieures des os, s'accroît, le cubitus commence à passer en avant du radius, ce qui est très explicable, puisque nous apercevons l'avant-bras du côté du coude, et que les mouvements de rotation décrits par les extrémités inférieures sont représentés ici par des mouvements de translation, de va et vient, pendant lesquels l'une de ces épiphyses passe au devant de l'autre.

Dans la figure qui suit (III), nous n'apercevons presque plus rien de l'espace interosseux et le cubitus et le radius nous paraissent en contact sur presque toute leur longueur. En réalité, il n'y a toujours contact que par les épiphyses inférieures, et l'espace interosseux peut persister, seulement il n'apparaît que très peu vu sous l'angle où nous l'apercevons. Mais la constatation importante à faire, c'est que les deux os se sont rapprochés de la ligne médiane dont nous avons parlé, il se sont donc déplacés dans l'espace et ce déplacement devient très perceptible,

puisque cette ligne se confond presque avec leurs points de contact apparent.

Le cubitus et le radius apparaissent superposés l'un à l'autre dans l'image suivante (IV) et le premier nous cache en partie le second. Mais ici l'extrémité inférieure du radius a franchi en partie la ligne médiane et son apophyse qui nous apparaissait nettement dans la moitié de l'image située à notre gauche, se dessine maintenant dans la moitié droite, il en est de même pour le cubitus qui occupe une position identique, mais en sens contraire. Les diaphyses de chacun de ces deux os, quoique plus rapprochées l'une de l'autre, gardent encore la même orientation que dans les premières images, de sorte que le cubitus et le radius semblent se croiser à la manière d'un X.

Le mouvement que nous voyons se dessiner progresse dans la figure suivante (V). Le radius se trouve presque en totalité dans la moitié de l'image qui est situé à notre droite, tandis que le cubitus a passé nettement à gauche. Cette situation s'affirme de plus en plus dans les images V et VI, l'espace interosseux réapparaît dans le plan que nous observons. La situation des extrémités inférieures osseuses est nettement intervertie et dans la dernière figure (VII), la ligne tirée par le milieu de l'image et parallèlement à l'axe des deux os, les sépare assez exactement l'un de l'autre, comme elle les séparait dans la première radiographie, mais cette fois-ci, c'est le radius qui est à notre droite tandis qu'au début il se trouvait à gauche.

Le déplacement du cubitus et celui du radius apparaissent donc avec la plus grande évidence, ils pourraient même être mesurés facilement à l'aide des points de repère dont nous avons parlé, puisque les images sont exactement superposables.

Mais il est une distinction capitale qui doit être faite dans la description des mouvements respectifs de chaque os. Elle se dégage avec la plus grande évidence de l'étude que nous venons de faire. En même temps que le radius accomplit le mouvement de translation que nous venons d'observer, nous pourrions nous rendre compte qu'il effectue un demi tour autour de son axe longitudinal. La preuve de cette rotation nous est fournie de la façon la plus frappante par l'observation des déplacements de son apophyse styloïde, qui change complètement d'orientation au cours des mouvements exécutés.

En effet, si dans la première image nous regardons la position occupée par l'extrémité inférieure du radius, nous voyons que l'apophyse styloïde de cet os se trouve nettement à notre gauche, tandis que par rapport à elle la facette articulaire de cette même extrémité se trouve à droite. Dans la septième figure, c'est le contraire que nous observons et cette même apophyse styloïde se trouve à notre droite, après avoir franchi la ligne médiane et passé par toutes les positions intermédiaires. Il est donc de toute évidence que le radius a été animé d'un mouvement de rotation autour de son axe longitudinal, et une rotation d'un demi tour permet seule d'expliquer le changement de position qui s'est produit.

Il n'en est pas de même pour le cubitus qui au cours de ses déplacements a toujours conservé sensiblement la même orientation que celle qu'il avait au début. Dans toute la série des radiographies, nous l'apercevons sous la même forme, il est donc évident qu'il n'a pu accomplir aucune rotation importante sur son axe longitudinal, car son apophyse styloïde nous apparaît toujours dans la même position par rapport au corps de l'os, et la forme sous laquelle il se projette est toujours à peu près identique. Le seul mouvement effectué par cet os n'est donc qu'une translation qui est représentée ici par un mouvement de va et vient.

Ces mouvements deviennent bien mieux perceptibles quand la bande de carton portant les douze radiographies est placée dans le cylindre creux du phénakisti-praxinoscope. Le déplacement du cubitus dans l'espace apparaît alors de la façon la plus nette, même pour les yeux les moins exercés. Ce déplacement est aussi évident que celui du radius et son importance aussi grande. Et il ne faut pas croire que l'on soit victime d'une illusion, nous avons déjà vu quelles précautions ont été prises dans la préparation des radiographies pour qu'elles nous donnent une idée exacte des déplacements de ces deux os dans l'espace.

Mais non seulement l'observation au phénakisti-praxinoscope nous donne la sensation du mouvement de va et vient des deux os, elle nous donne encore l'impression très claire d'un mouvement de circumduction décrit par les deux extrémités osseuses, en

même temps que nous percevons la rotation du radius sur son axe longitudinal. Nous voyons l'extrémité inférieure du radius tourner autour de celle du cubitus, mais nous nous rendons bien compte aussi que le cubitus qui est l'axe de ce mouvement se déplace à son tour et décrit un arc de cercle ou une courbe approchante.

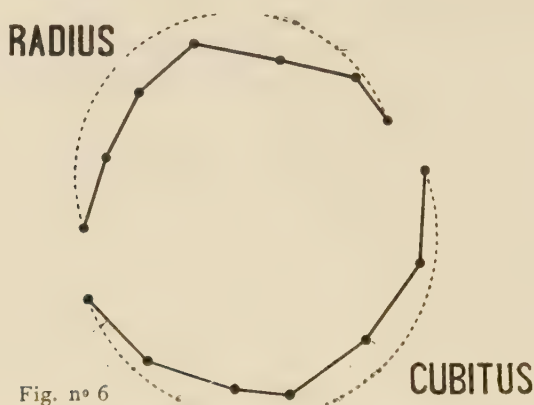
Nous avons vu comment à l'aide d'un appareil spécial que nous avons décrit, nous pouvions mesurer le déplacement de chaque os. Des mensurations répétées ont été faites avec les précautions les plus minutieuses et les chiffres suivants ont été obtenus. Ce sont les mesures des distances qui séparent les apophyses styloïdes respectives du radius et du cubitus des deux branches de l'équerre.

Radius.	9	8,4	7,	5,4	4,4	3,8	3,4
	9,2	10	10,3	10,6	9,7	8,5	7,2
Cubitus.	3,5	4,6	6,2	7,2	8,6	9,6	9,7
	5,9	4,8	4,4	4,2	5,2	6,6	8,3

Les deux ordonnées verticales et horizontales prises pour chaque os et dans chaque position, reportées sur un tableau, nous ont permis d'obtenir le tracé que nous reproduisons (fig. 6).

Comme nous l'avons constaté par l'étude des radiographies successives, comme nous l'a fait voir d'une manière plus nette la radio-cinématographie, ces trajectoires nous indiquent clairement que les deux os se meuvent. De plus, elle nous renseignent exactement sur l'amplitude des mouvements observés, et nous permettent de les comparer avec plus de précision.

La trajectoire du cubitus représente un arc de cercle, mais cet arc de cercle est aplati et se rapproche beaucoup d'une ellipse ou d'une parabole. Aussi la définition géométrique en est-elle difficile à donner. Ce n'est certainement pas un arc de cercle parfait puisque celui que nous avons dessiné en



pointillé sur le graphique, ne concorde pas exactement avec lui. M. le Dr Jaboulay croit que cette courbe pourrait être une parabole et il donne de bonnes raisons à l'appui : « Si l'on observe, dit-il, le graphique obtenu, on peut remarquer que, pour passer de la supination à la pronation, l'extrémité inférieure du cubitus se rapproche d'abord de l'ordonnée horizontale puis s'en éloigne ensuite, c'est-à-dire qu'il y a flexion et extension en même temps que pronation. Le mobile envisagé est donc sollicité par des forces de deux ordres, d'une part les muscles qui font faire extension et flexion et d'autre part ceux de la pronation et supination. Or, on sait que lorsqu'un mobile est sollicité par deux forces qui ne sont ni

dans le même sens, ni antagonistes, elles tendent à faire décrire à ce mobile une trajectoire qui est une parabole. Il en est ainsi par exemple pour le projectile des armes sur lequel agissent à la fois une force propulsive et la pesanteur. »

L'hypothèse d'une parabole peut paraître mécaniquement vraisemblable. Mais nous pensons qu'il ne faut pas trop essayer de ramener cette courbe à une figure régulière et géométriquement définissable. Cela à cause de l'action complexe des facteurs qui entrent ici en jeu. D'abord les muscles dont les forces s'exercent dans différents sens, forces qui changent de direction pendant les phases successives du mouvement, ce qui produit un déplacement bien moins régulier que si la direction des forces restait tout le temps la même. La conformation elle-même des os et des articulations intervient ensuite dans la description de cette courbe et il est bien évident que nous ne devons pas nous attendre à observer ici un mouvement géométriquement parfait et qui n'existe, d'ailleurs, nulle part dans la nature.

Nous constatons de plus que la trajectoire décrite par le cubitus est un peu plus étendue que celle du radius, le fait peut étonner quelque peu, mais il n'en est pas moins de toute évidence et nous devons le mentionner. On verra plus loin que ce déplacement peut très bien s'expliquer par des mouvements exécutés par le cubitus dans l'articulation du coude, sans qu'il soit besoin de faire intervenir dans cette explication des mouvements qui s'effectueraient dans l'articulation de l'épaule, mouvements qui, ici, ont

été éliminés par la fixation énergique du bras dans les courroies de l'appareil et par la position en flexion de l'avant-bras. Du reste, au cours de l'expérience, malgré l'examen le plus minutieux, la moindre mobilité n'a été constatée au niveau de l'humérus.

La trajectoire décrite par l'apophyse styloïde du radius, elle aussi, est complexe. Elle dépend d'abord de celle du cubitus puisque c'est autour de l'extrémité inférieure de cet os qu'elle tourne. Si ce dernier était immobile, cette courbe serait un arc de cercle à peu près parfait, mais comme il n'en est rien, tout en tournant autour du cubitus, le radius prend part aux déplacements de cet os. Le centre de la courbe qu'il décrit se trouve donc déplacé à chaque instant et si déplacement du cubitus s'effectuait pendant le passage de la pronation à la supination, d'une façon rectiligne et simplement de dehors en dedans, la courbe décrite par l'apophyse styloïde du radius deviendrait une demi-ellipse très aplatie. Mais le cubitus décrit une trajectoire voisine d'une parabole, et le graphique nous montre celle du radius encore plus aplatie et d'aspect aussi parabolique, et cette courbe est fonction à la fois du contour de l'extrémité inférieure du cubitus et du déplacement de cet os.

En résumé, nous pouvons dire que les extrémités inférieures des deux os se déplacent simultanément en parcourant chacune une trajectoire ayant la forme d'un arc de cercle aplati se rapprochant d'une parabole. C'est la conclusion que se dégage nettement de toutes les données qui nous ont été fournies par la

méthode radio-cinématographique qui vient d'être décrite. Par le fait, notre étude pourrait se terminer ici puisqu'après avoir fait la description détaillée du procédé en question, nous venons d'exposer les résultats qu'il nous a été donné d'obtenir. Mais nous avons cru utile de rapprocher les données de nos expériences de celles exposées par les principaux auteurs qui ont étudié cette question et de chercher dans les différentes opinions soutenues tout ce qui pourrait servir à l'explication des faits que nous avons observés.

QUATRIEME PARTIE

En France et à l'étranger la pronation et la supination sont généralement décrites, dans les traités d'anatomie moderne, comme de simples mouvements de rotation du radius sur le cubitus. Mais tandis qu'à son extrémité supérieure le radius tourne sur place autour d'un axe vertical passant par le centre de sa cupule, son extrémité inférieure se déplace circulairement autour d'un axe passant par la tête du cubitus. On n'a d'ailleurs qu'à examiner la forme des articulations radio-cubitales supérieures et inférieures pour voir clairement qu'elles permettent un tel mouvement et sont disposées particulièrement à cet effet.

Mais cette théorie de l'immobilité du cubitus n'est pas admise par tous les auteurs, elle a été souvent attaquée et l'est encore, ce qui donne lieu à de nombreux débats, et nous l'avons déjà dit, au début, l'accord ne semble pas encore fait. Actuellement, avec tous ceux qui se sont occupés de cette question, nous dirons que trois théories différentes ont été soutenues.

I. — Pendant la pronation et la supination, le radius ne fait que tourner autour du cubitus immobile.

II. — Les deux os exécutent chacun de leur côté un mouvement de rotation en sens inverse.

II. — Le cubitus n'a pas de mouvements de rotation sur son axe, mais il exécute, pendant la rotation du radius, des mouvements légers de flexion, d'inclinaison latérale et d'extension.

I. — La première théorie est celle qui a été partagée par le plus grand nombre des anatomistes. Ses partisans sont nombreux et elle a été défendue surtout par Bertin, Sappey, Humphry, Cruveilhier. Ces auteurs, et, en particulier Cruveilhier, s'appuient sur des constatations cadavériques. Ils déclarent que, sur le cadavre, les mouvements de pronation et de supination peuvent se produire alors que le cubitus est complètement immobilisé, et que si l'on fait exécuter cette rotation à un bras dont l'humérus a été immobilisé, le cubitus ne se déplace pas. Ils ont fait ces constatations, pour la plupart, avec des fiches métalliques enfoncées dans les extrémités osseuses et qui, amplifiant les mouvements de chacun des os, les rendent bien plus évidents. Ils font ressortir que l'immobilisation complète de l'humérus est très difficile à obtenir, même en serrant très fortement le bras; ils déclarent que le cubitus ne fait que transmettre les mouvements de l'humérus, qu'il amplifie, et que, toutes les fois que l'on constate sa mobilité dans les mouvements de pronation et de supination, il faut la rapporter à une rotation qui

s'est produite dans l'articulation de l'épaule. L'articulation du coude serait ainsi trop serrée pour permettre le moindre mouvement de latéralité du cubitus et ne permettrait que des déplacements dans le sens de la flexion et de l'extension et ces déplacements n'interviendraient pas au cours de la pronation et de la supination.

Plus récemment, Dumur et Testut ont soutenu la même théorie et ce dernier a donné, de la pronation et de la supination, cette définition : « Ce sont des mouvements de rotation qu'exécute l'avant-bras autour de son axe, de manière à orienter la paume de la main en haut et en bas, *l'humérus restant fixe.* » D'après lui, dans cette rotation, quand l'humérus est fixé, le cubitus reste immobile, et il attire l'attention sur les mémoires d'Einthowen (de Liège), où cet auteur prétend que l'articulation de l'épaule entre en jeu dans la pronation et la supination. Enfin, Testut déclare que, quoique très serrée, l'articulation huméro-cubitale peut permettre, au cours de la rotation de l'avant-bras, des mouvements très limités d'extension d'inclinaison latérale et de flexion, de sorte que l'on peut dire, avec Bosquette, qu'il n'y a pas tout le désaccord que l'on pourrait supposer entre les auteurs qui soutiennent cette première théorie et ceux qui sont partisans de la troisième.

Dumur que l'on doit ranger parmi les partisans de l'immobilité du cubitus, conclut cependant que les mouvements de pronation et de supination se divisent en deux temps : un premier temps pendant lequel le radius se meut seul, un deuxième pendant

lequel le cubitus prend part au mouvement en dérivant à peu près un quart de circonférence, dans la supination le même phénomène se produit mais inversement : le cubitus décrivant son arc de cercle pendant le premier temps. Il se rapproche donc lui aussi de la troisième théorie puisqu'il déclare que le cubitus peut exécuter un léger mouvement de circumduction, mais il s'en éloigne quand il explique ce mouvement.

II. — La rotation du cubitus autour de son axe longitudinal a été affirmée par O. Lecomte, qui s'est fait le défenseur acharné de cette théorie. Il appuie son hypothèse sur de nombreuses expériences décrites avec beaucoup de détails et une grande précision scientifique, semble-t-il, à premier abord. Sa principale expérience consiste à placer un anneau circulaire, une sorte de bracelet rigide, inextensible et fixe qui embrasse le poignet au-dessus des apophyses styloïdes du cubitus et du radius. Le diamètre de ce bracelet est égal au diamètre transversal du poignet, qui peut s'y mouvoir à frottement doux, il porte à sa face externe deux points de repère mobiles. Si l'on fléchit l'avant-bras sur le bras et que l'on fasse exécuter des mouvements de rotation à la main, on remarque que ces mouvements sont faciles et complets de l'extrême supination à l'extrême pronation. Et Lecomte conclut que cette rotation ne pourrait s'effectuer si le radius se déplaçait isolément et si le cubitus n'était pas animé d'un mouvement de rotation. Il déclare que, dans ce cas, le poignet serait immobilisé et emprisonné dans ce

bracelet d'un diamètre notoirement insuffisant. « Il ne pourrait se mouvoir, dit-il, que dans un cercle ayant un rayon au moins égal à l'étendue transversale de l'extrémité inférieure du radius, c'est-à-dire aux trois-quarts de la largeur du poignet ». Nous ne voyons pas trop comment cet argument peut nous prouver la rotation longitudinale du cubitus. Ces conclusions ont d'ailleurs été réfutées par Heiberg, Dwight et plus récemment Vion-Delphin et Bosquette. Ces deux derniers déclarent, avec preuves à l'appui, que le bracelet en question se déplace avec le radius et qu'il ne peut jouer un rôle immobilisateur que s'il est fixé. En effet si le poignet est encerclé dans l'orifice ovalaire d'une paroi fixe, les mouvements de pronation et de supination ne peuvent plus se produire qu'avec difficulté. Vion-Delphin déclare encore que si l'on fixe le cubitus et que l'on fasse exécuter à la main des mouvements de pronation et de supination, la dimension du diamètre de l'avant-bras, ne subit que des modifications de quelques millimètres.

En 1893, dans la *Province Médicale*, M. Jaboulay a soutenu que le cubitus pourrait avoir un mouvement de rotation longitudinale au cours de la pronation et de la supination. Il distinguait deux cas. Dans le premier, ces mouvements sont exécutés, les segments du membre en extension. Si l'humérus est fixe de même que le cubitus, il n'y a pas de rotation cubitale, et malgré cela la pronation et la supination, se font d'une manière parfaite. Si l'humérus et le cubitus sont libres

l'extrémité inférieure du cubitus se déplace nettement en même temps que cet os tourne légèrement sur lui-même. Cet extrémité ne fait que suivre en l'amplifiant un mouvement de rotation imprimé par l'humérus. Dans le second cas, M. Jaboulay renouvelait l'expérience avec un avant-bras fléchi sur le bras, et déclarait qu'ici l'articulation huméro-cubitale n'était plus aussi serrée que dans l'extension et qu'on ne pouvait plus attribuer à l'humérus immobilisé le mouvement de même amplitude que précédemment effectué par le cubitus. Cette dernière expérience est pour nous d'une grande conséquence, puisqu'elle a été faite sur le cadavre avec toute l'exactitude voulue, et qu'elle nous montre l'indépendance qui existe entre le cubitus et l'humérus quand l'avant-bras est fléchi, et c'est justement pour éliminer cette rotation de l'humérus que nous avons adopté la position de flexion de l'avant-bras sur le bras, aussi avons-nous tenu à relater ces quelques faits très importants pour l'appréciation des résultats obtenus par la méthode de radio-cinématographique.

Nous avons cité ici, à la suite de celles de Lecomte, les expériences de M. Jaboulay, parce qu'elles nous éclairent beaucoup sur le mécanisme des mouvements de pronation et de supination, et qu'elles nous font connaître un mécanisme différent suivant que l'avant-bras est en extension ou qu'il se trouve en flexion. En réalité nous estimons que cet auteur, à la suite des résultats qu'il a obtenus par la méthode que nous avons exposée au cours de cet ouvrage,

doit être plutôt rangé parmi ceux de la troisième catégorie.

Poirier paraît avoir sacrifié quelque peu aux idées de Lecomte et dans les expériences assez complètes auxquelles il s'est livré avec quelques-uns de ses élèves, il est arrivé à des conclusions qui s'accordent assez mal avec celles des autres anatomistes.

III. — La troisième théorie qui reconnaît au cubitus dans la pronation et dans la supination des mouvements de circumduction est partagée par un grand nombre d'auteurs.

Vicq d'Azyr et Winslow ont été des premiers à déclarer la mobilité du cubitus. Le premier soutenait que le cubitus effectue une petite extension et une petite flexion au cours de la rotation de l'avant-bras, il déduisait ce fait de nombreuses et très sérieuses expériences. En 1828, Gerdy dans sa « Physiologie didactique et pratique » enseigne que le cubitus et le radius tournent autour d'un axe passant par l'espace interosseux. Mais c'est Duchesne (de Boulogne) qui, dans sa « Physiologie des mouvements », parue en 1867, a apporté les preuves les plus probantes à la suite des expériences auxquelles il s'est livré. On nous permettra de citer quelques lignes de son traité afin de nous rendre compte de l'esprit et de la méthode avec lesquels ces expérimentations ont été dirigées.

« J'ai fixé, écrit-il, au niveau de l'extrémité inférieure de mon cubitus, dans la direction du diamètre transversal de l'avant-bras, une petite tige de 10 à 15 centimètres, alors en exécutant des mouvements

de pronation et de supination, j'ai vu l'extrémité libre de cette tige tracer des demi-cercles en sens contraire, ce qui n'eût pas eu lieu évidemment si cette extrémité osseuse était restée fixe. »

« D'autre part, lorsque, par une cause quelconque, le mouvement de l'extrémité inférieure du cubitus est empêché pendant la pronation ou la supination, le mouvement de l'extrémité inférieure du radius est singulièrement gêné et devient très limité; c'est ce que tout le monde peut constater sur soi-même, en fixant solidement l'extrémité inférieure du cubitus. »

« La difficulté d'expliquer les mouvements de circumduction de l'extrémité inférieure du cubitus, a, sans aucun doute, exercé une grande influence sur l'esprit des anatomistes qui ont méconnu ce mouvement et se sont ingéniés à démontrer que ce fait physique, si évident, n'est cependant qu'une illusion. »

« Voici ce que j'ai observé sur des sujets dont les muscles et les articulations du membre supérieur avaient été disséqués. Fixant solidement le bras, soit à l'aide de la main, soit dans un étau et puis ayant étendu l'avant-bras sur le bras, j'ai imprimé à la main des mouvements de pronation et de supination; alors j'ai vu, comme je l'ai dit plus haut en rapportant une expérience faite sur le néant, l'extrémité inférieure décrire des arcs de cercle alternativement en sens contraire. Une tige métallique longue de 15 centimètres enfoncée transversalement de dedans en dehors dans l'extrémité inférieure du

cubitus rendait ces mouvements, de quart de cercle d'étendue, des plus évidents. »

Dans cette expérience, lorsque la main était au plus haut degré de supination, je lui ai imprimé lentement un mouvement de pronation, j'ai constaté que le cubitus exécutait dans son articulation avec l'humérus :

1° Un mouvement d'extension, pendant le premier tiers du quart de cercle décrit par son extrémité inférieure.

2° Un petit mouvement d'inclinaison latérale de dedans en dehors, pendant son tiers moyen.

3° Un mouvement de flexion pendant son dernier tiers. »

Duchenne dit ensuite que l'association de ce mouvement d'inclinaison latérale est indispensable pour transformer en une courbe les mouvements rectilignes produits par l'extension et la flexion. Pour lui, l'articulation huméro-cubitale est assez lâche pour permettre ce mouvement latéral et toutes les fois qu'il a essayé de le produire, il y est arrivé. Il suffit d'ailleurs d'un très petit mouvement dans cette articulation pour permettre à l'extrémité inférieure du cubitus un déplacement de 1 centimètre à 1 centimètre et demi, à cause du bras de levier que représente cette extrémité. Cet auteur a encore, par la faradisation, provoqué ces mouvements chez des sujets morts récemment, et dont l'irritabilité n'était pas encore disparue, il a vu les trois mouvements ci-dessus se reproduire à chaque expérience.

On voit quelle clarté se dégage des expérimen-

tations de Duchenne, il apporte des preuves bien convaincantes à l'appui de ses assertions. Dwight et Heiberg ont repris ces expériences avec encore plus de précision, avec des procédés mieux perfectionnés et ils sont arrivés à peu près aux mêmes conclusions.

Enfin les travaux de Vion-Delphin, de Bosquette, de Jaboulay, ont encore fourni des preuves aux partisans de la mobilité du cubitus.

Il apparaît clairement qu'après les résultats que nous a donnés la méthode radio-cinématographique appliquée à ces mouvements, nous devons partager les opinions de ces derniers auteurs. Nous avons constaté, en effet, et de la façon la plus évidente, que le cubitus était mobile et nous ne lui avons découvert aucun mouvement de rotation longitudinale ce qui nous met en désaccord avec les deux premières théories.

Si nous voulons expliquer les déplacements effectués par le cubitus, déplacements aussi importants que ceux du radius, il nous faut admettre que l'articulation du coude permet à cet os certains mouvements au cours de la pronation et de la supination. Nos recherches ne nous ont donné aucune idée de ce qui pouvait se passer au niveau du coude pendant le déplacement du cubitus, puisque nos observations n'ont porté que sur l'extrémité inférieure de l'avant-bras. Mais comme nos expériences ont porté sur un avant-bras fléchi et que, d'autre part, nous nous sommes assuré de l'immobilité de l'humérus, en fixant le bras aussi fortement que possible, nous sommes

tout de suite amené à penser que les mouvements du cubitus proviennent de l'articulation huméro-cubitale.

On sait, après les recherches de Duchenne, quels sont les mouvements qui sont possibles dans cette articulation et qui à eux seuls peuvent expliquer la trajectoire décrite par l'extrémité inférieure du cubitus. Cetos effectue des mouvements d'extension, d'inclinaison latérale et de flexion, ces mouvements ont pour résultat de faire décrire à son extrémité un arc de cercle aplati. Vion-Delphin déclare qu'il est manifeste que l'extrémité olécrânienne se meut dans la rotation de la main et que l'on peut s'en rendre compte par le simple palper. D'après lui pendant la pronation, l'olécrâne se porte en dehors, en arrière et en haut et pendant la supination en dedans, en avant et un peu en bas et il décrit ces déplacements sous le nom de torsion spiroïde.

Nous trouvons aussi dans sa thèse une explication nouvelle du mouvement de latéralité du cubitus. Quand l'avant-bras est étendu sur le bras, il forme avec ce dernier un angle de 160° ouvert en dehors, si l'on fléchit l'avant-bras, celui-ci se porte en dedans, de sorte que l'angle diminue et qu'en même temps que le cubitus se fléchit, il exécute un déplacement latéral de dehors en dedans.

Il n'en est pas moins vrai que, quel que soit le mécanisme qui préside à cette inclinaison latérale, nous admettrons ce mouvement sans lequel on ne peut expliquer la mobilité du cubitus du moins sous la forme où nous l'avons observée ; d'autant plus que

cette inclinaison latérale n'est plus niabile après les travaux que nous avons relatés, surtout lorsque l'avant-bras est fléchi sur le bras, ce qui est justement la position que nous avons adoptée dans nos recherches. Et nous dirons avec Duchenne que, pendant les mouvements de pronation et de supination, le cubitus exécute trois mouvements qui se passent dans l'articulation huméro-cubitale, un mouvement d'extension, un petit mouvement d'inclinaison latérale et un mouvement de flexion.

CONCLUSIONS

I. — La radio-cinématographie des mouvements de pronation et de supination nous permet de nous rendre compte avec la plus grande netteté du mécanisme de ces mouvements, d'observer ce phénomène physiologique et normal sur le vivant avec autant de facilité que sur le bras dépouillé de ses parties molles, et de reproduire ces mouvements à volonté.

II. — Le cubitus ne reste pas immobile pendant la pronation et la supination.

III. — Les extrémités inférieures du cubitus et du radius décrivent chacune, au cours de la rotation de l'avant-bras, une trajectoire ayant la forme d'un arc de cercle aplati et très voisine d'une parabole. Ces deux trajectoires sont sensiblement égales.

IV. — Quand, au cours de la pronation et de la supination, l'avant-bras se trouve fléchi sur le bras, le cubitus exécute des mouvements d'extension, d'inclinaison latérale et de flexion, au niveau de l'articulation huméro-cubitale.

Le Président de la Thèse,

JABOULAY

VU :

Le Doyen,

L. HUGOUNENQ.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Lyon, le 7 juillet 1913.

LE RECTEUR :

Le Président du Conseil de l'Université

P. JOUBIN.

BIBLIOGRAPHIE

ALEZAIS. — L'articulation du coude et la prono-supination de l'avant-bras. *Société de B.*, 1900.

BOSQUETTE. — Thèse de Lyon, 1907-1908.

CANTENOT. — Contribution à l'étude des fractures entraînant la perte des mouvements de pronation et de supination (Lyon 1904).

DUCHENNE DE BOULOGNE. — Physiologie des mouvements.

DUMUR. — Thèse de Bordeaux, 1889.

DWIGHT. — The movements of the ulna in rotation of the forearm. (*Journal of anat. and physiol.* 1885).

GERDY. — Physiologie médicale didactique et pratique.

GRÉGOIRE. — Sur les articulations du squelette anibrachial (*Journal d'anatomie*, 1907).

JABOULAY. — Le cubitus et le radius dans la pronation et la supination.

Province Médicale, oct. 1893.

Gazette Hebdomadaire, 1893.

Lyon-Médical 11 mai 1913.

O. LECOMTE. — Archives générales de médecine, 1874 et 1877.

MAREY. — La machine animale.

POIRIER. — Anatomie humaine.

TESTUT. — Anatomie descriptive.

TILLAUX. — Anatomie topographique.

VION-DELPHIN. — Contribution à l'étude des mouvements de pronation et de supination. (Thèse de Lyon 1898).

